

(19) Federal Republic  
of Germany

(12) Patent Publication  
(11) DE 32 11 865 A1

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>  
B 01 D 21/02  
C 02 F 1/00

(21) Reference number 32 11 865.1  
(22) Filing date 31 Mar 82  
(43) Publication date 13 Oct 83

German  
Patent Office

(71) Applicant:

Gewerkschaft Auguste Victoria, 4370  
Marl, DE

(72) Inventor:

Lütgendorf, Hans-Otto, Prof. Dr.-Ing., 4370  
Marl, DE

Request for examination pursuant to § 44 of the Patent Law has been filed

(54) Slurry dewatering device

A slurry dewatering device (1) made as a settling cone comprises in its conical frustum shaped cone (3) an additional filter for further thickening of the slurry. This additional filter consists of a perforated metal funnel (10) which together with the wall of the cone (3) forms a holding space (12) for a filter packing. In the lower region of the filter packing the filtered off water is removed under pressure control by means of a water drain pipe (14). The pressure difference controlling the filtering effect of the filter arrangement (10, 11, 12) is adjusted such that the layer of thickened slurry formed on the inside of the metal funnel remains flowable. The pressure control is carried out in accordance with a signal "x" representative of the slurry density, which is obtained by means of a measuring instrument (20, 23).

(32 11 865)

DR.-ING. STUHLMANN – DIPL.-ING. WILLERT  
DR.-ING. OIDTMANN – DIPL.-PHYS. DR. JUR. REUTERS  
PATENT ATTORNEYS

Reference No. 18/29921

4630 BOCHUM 30 Mar 1982  
P.O. Box 10 24 50

XD/S

Your ref:  
57

Telephone 0234/5 19

Bergstraße 159

Patent claims:

1. Slurry dewatering device with a slurry feed and an outlet for the thickened slurry provided at the lower end of a conical frustum shaped part (cone) of the device, distinguished in that in at least one area of the cone (3), a filter (10, 11, 12, 13) which filters out water and retains solid particles (T) is provided, from which filtered-out water is drawn off through a water drain pipe (14) under controlled pressure.

2. Device according to claim 1, distinguished in that the pressure in the water drain pipe (14) is controlled in accordance with the flowability of the thickened slurry.

3. Device according to claim 2, distinguished in that the slurry density and/or the volume velocity in the outlet (4) is measured as the controlled variable, and that the effective cross-section (18) of the water drain pipe (14) can be varied as a function of the manipulated variable.

4. Device according to one of claims 1 through 3, distinguished in that a funnel-shaped filter body (10, 11, 12, 13) is provided in the lower part of the cone (3) as the filter.

5. Device according to claim 4, distinguished in that the angle of the filter body (10, 11, 12, 13) and the cone (3) relative to the horizontal plane (e.g. "N") is between 60° and 80°.

6. Device according to claim 4 or 5, distinguished in that the filter body comprises a perforated metal funnel (10), which together with the cone (3) forms a holding space

(11) on the order of decimeters wide and closed off to the slurry with the exception of the holes (9), in which space a filter packing (12, 13) is located.

7. Device according to claim 6, distinguished in that the grain size of the filter packing (12, 13) increases continuously or in a graded manner toward to outlet (4).

8. Device according to claim 6 or 7, distinguished in that the grain size of the filter packing (12) is chosen with respect to the grain size of the solid particles (T) in the slurry such that the solid particles penetrate only several centimeters into the filter packing (12).

9. Device according to one of claims 6 through 8, distinguished in that the metal funnel (10) is unperforated in the area of its tip, and that coarse-grained filter packing (13) is provided in the corresponding area of the holding space (11) and a fine-grained filter packing (12) elsewhere, whereby in particular the fine-grained filter packing (12) comprises grain sizes of 1 to 5 mm in case of finest-grained slurry (particle diameter  $< 0.5$  mm).

10. Device according to one of the preceding claims, distinguished in that the filter consists of multiple ring elements installed loose in the cone.

11. Device according to one of the preceding claims, distinguished in that the device is a so-called settling cone (1) (so-called Brocke cone).

12. Device according to one of claims 1 through 10, distinguished in that the cone is a collecting cone connected downstream from one or several pre-thickening devices, for instance settling cones.

13. Device according to one of the preceding claims, distinguished in that the filter is made two-layered, with a finer upper filter packing and a coarser lower filter packing, and that the grain size of the finer filter packing is selected with respect to the grain size of the solid particles in the slurry such that they penetrate only several millimeters into the filter packing, and the grain size of the coarser filter packing is selected such that the finer filter packing penetrates only several centimeters into the coarser.

14. Device according to claim 13, distinguished in that a second coarsely perforated metal funnel is provided to support the lower coarse filter packing filled in behind it, and

the upper fine filter packing is filled in between the finely perforated upper metal funnel and the second coarsely perforated metal funnel.

15. Process for manufacturing a device according to claim 13, distinguished in that the coarsely perforated metal funnel has a coarse filter packing filled in behind it, and an upper fine filter bed is washed into the coarse filter packing through the perforation of the metal funnel.

Gewerkschaft Auguste Viktoria, 4370 Marl

Slurry dewatering device

The present invention relates to a slurry dewatering device with a slurry feed and an outlet for the thickened slurry provided at the lower end of a conical frustum shaped part (cone) of the device.

There are various devices and processes for thickening water/solids slurries. For instance, filter presses, vacuum filters and settling cones (also called Brocke cones) are known. Filter presses and vacuum filters entail relatively high operating costs, because with these filters, the water is pressed out by a pressure effect. In settling cones, on the other hand, the solid particles, to which a flocculent is usually added beforehand, settle downward due to gravity, without mechanical assistance.

The degree of thickening or dewatering obtained with settling cones is relatively small. With grain sizes on the order of fine sand, water can escape upward practically without resistance as the solid particles are densified. With finest grain however, the permeability becomes ever smaller as the densification of solid matter increases. A balance arises between solids load and pore water pressure, whereby further thickening become practically no longer possible. Before the outlet in the lower area of the cone, a slurry collects with relatively high water content.

It is moreover known to use filter packings or beds, from the bottoms of which water is siphoned off to accelerate thickening. Such dewatering devices, known by the designation "hardinge super-thickener", fundamentally have the constitution of usual thickening devices, their bottom is generally water-permeable and covered with a filter bed made of sand or the like. It has however been found that such thickening devices have the disadvantage that the filter bed clogs

over time and must be replaced or cleaned. What proves to be especially unfavorable with such thickening devices is the removal of filtrate deposited on the filters: with the known devices, it cannot be prevented that a certain portion of the filter packing will be removed together with the filtrate.

The invention is based upon the task of creating a slurry dewatering device of the aforementioned type, whereby a thickening substantially improved in comparison to settling cones is achieved without requiring unjustifiably high expenditures.

This task is achieved according to the invention in that in at least one area of the cone, a filter which filters out water and retains solid particles is provided, from which the filtered-out water is drawn off through a water drain pipe under controlled pressure.

The cone upon which the present invention is based can be for instance a settling cone (Brocke cone) as mentioned above, or else for instance a so-called collecting cone, wherein pre-thickened slurry from multiple settling cones is collected before being carried off. The conical frustum shaped part of the device functions first of all as a settling cone known in itself, with the thickening effect described in more detail above, which for the stated reasons leads only to a "pre-thickening". The filter provided in the cone now effects a substantially further thickening of the slurry. Due to the inclined plane provided by the form of the cone, a highly thickened slurry layer forms on the side of the filter facing the slurry (hereinafter called the "upper side" of the filter), which flows or slides downward in the direction of the outlet. The filtering effect of the filter provided in the cone is based on the pressure difference which is determined on the one hand by the pressure caused by the water load and on the other hand by the controlled pressure in the water drain. Should one allow the water to descend through the water drain pipe with the greatest volume velocity possible, the aforementioned pressure difference would thus be maximal, and the pressure difference would thus correspond to the pressure caused by the water load on the upper side of the filter, so there would be the danger that due to the high pressure on the upper side of the filter, an overly thick and solid layer will form, which would no longer be flowable and with increasing thickness would be ever less water-permeable. In such a case, the effect of the filter located in the cone would be completely nullified, and one would obtain at the outlet a "pre-thickened" slurry, as is obtained in usual settling cones.

If one makes the pressure difference too small, which in the extreme case would correspond to complete closure of the water drain pipe, the effect of the filter would likewise be nullified, so that one would obtain only the aforementioned pre-thickened slurry at the outlet. Thus, an optimal

value can be found with regard to the pressure in the water drain pipe, and thus on the inner side of the filter. This optimal pressure, at constant filling height of the cone or slurry dewatering device, depends on the degree of dewatering of the slurry flowing through the outlet and/or on the volume velocity in the outlet.

Consequently, the invention provides that the pressure in the water drain pipe is controlled in accordance with the flowability of the thickened slurry.

The flowability, which is expressed for instance in the degree of dewatering, can be obtained for example by means of a radiation densitometer.

To thus achieve an optimal thickening of the slurry, the invention provides that the slurry density and/or volume velocity in the outlet is measured as the controlled variable, and that the effective cross-section of the water drain pipe can be varied as a function of the manipulated variable. Slurry density can be measured continuously with the device described above. The volume velocity can also be ascertained relatively simply by means known in themselves. The control is then carried out such that the slurry density or volume velocity is adjusted to a desired value. To this end, the measured values for the slurry density or the volume velocity are fed to a conventional controller, which outputs a manipulated variable, according to which the cross-section of the water drain pipe is adjusted. It is clear that when discharge of the thickened slurry is interrupted, the water drain pipe must also be closed, as otherwise the slurry would be too highly thickened in the cone and would later be no longer flowable.

A particularly cost-efficient and yet effective arrangement is obtained by providing a funnel-shaped filter body in the lower part of the cone as the filter. This filter body is fitted in a simple manner to the form of the cone.

It has already been indicated above that the slurry on the upper side of the filter must be flowable. The draining of the thickened slurry toward the outlet is thus a basic prerequisite for the proper operation of the slurry dewatering facility. In this connection, the taper of the cone plays a non-trivial role. It has been found that a good operating efficiency is achieved when the angle of the filter body and the cone relative to the horizontal plane is between 60° and 80°. With such a relatively steep angle, the relatively highly thickened slurry at the upper side of the filter drains well toward the outlet. On the other hand, the pressure dependent on the height of the water column acts upon the slurry independent of the relatively large inclination of the cone, so that a good dewatering of the slurry by the filter is ensured.

According to a preferred elaboration of the invention, it is provided that the filter body comprises a perforated metal funnel, which together with the cone forms a holding space on the order of decimeters wide and closed off to the slurry with the exception of the holes, in which a filter packing is located. According to this inventive recommendation, already installed settling cones, for instance, can thus be retrofitted without that much expenditure, so that with these cones a substantially better dewatering will then be achieved than before. The metal funnel fitted to the cone is lowered into the cone, and subsequently the filter packing is brought into the holding space. The holding space can be closed on top for instance by means of a loosely placed ring. Then only the water drain pipe needs to be attached on the outside of the cone. Although it was suggested above to provide an automatic (for instance electronic) control, control can also be carried out manually. An operator can for instance visually ascertain the degree of thickening of the slurry and close or open the water drain pipe more as required.

To ensure good water drainage inside the filter, the invention provides that the grain size of the filter packing decreases continuously or in a graded manner toward the outlet. For instance, according to one solution, filter particles are selected to be sufficiently coarse uniformly in the area of the perforated funnel to correspond to an adequate water permeability, and it is accepted that the solid particles of the slurry will penetrate a few centimeters deep into the upper side. In the lower-side free part of the filter packing, water drains down and is collected in a coarse packing behind the unperforated area of the funnel.

The grain size of the filter packing affects the operating efficiency of the facility. It is provided according to the invention that the grain size of the filter packing be selected with respect to the grain size of the solid particles in the slurry such that the solid particles penetrate only several centimeters into the filter packing. Insofar as one knows from the start the size range of the solid particles in the slurry, the grain size of the filter packing can be selected in accordance with this information. It is harmless if the solid particles penetrate several centimeters into the filter packing according to the invention. A good operating efficiency will still be achieved. The fact that due to the penetration of solid particles into the filter packing, a higher pressure difference is required to achieve the same thickening as with completely free filter packing also has no effect on the operating efficiency of the facility as a whole, as in such a case, the pressure in the water drain pipe needs only to be lowered by a corresponding amount in order to achieve the same results with respect to the degree of dewatering as with fresh and free filter packing.

It can be advantageous if no more dewatering takes place in the area of the outlet, so that in this area the slurry will be evenly thickened. Consequently the invention provides that the metal funnel is unperforated in the area of its tip, and that a coarse-grained filter packing is provided in the corresponding area of the holding space and a fine-grained filter packing elsewhere, whereby in particular the fine-grained filter packing comprises grain sizes of 1 to 5 mm in the case of finest-grained slurry. In the lower area of the cone, the water drawn off in the upper filter area can thus drain unimpeded. According to the laws of filtration, filtrate of a given grain size penetrates more or less deep into the filter packing as a function of the grain size of the filter packing. Finest particles with a grain size of less than 0.5 mm, for instance, penetrate only several centimeters into fine filter packing when it is composed of particles of different size with a diameter of 1 to 5 mm.

Depending on the size and capacity of the slurry dewatering facility, the inventive filter can for instance be built into all settling cones of a facility comprising multiple cones. On the other hand, there are also facilities where slurry pre-thickened in settling cones is collected in a so-called collecting cone. The collecting cone serves as intermediate storage or buffer to enable continuous operation of the individual settling cones, while the slurry is drawn off from the collecting cone discontinuously to be transported away. Such a collecting cone can also be made in a manner according to the invention.

In the following, the invention is explained in more detail by means of embodiment examples. Shown are:

- Figure 1: a sectional view of a slurry dewatering device, the cone located in the lower part of which is provided with a filter, and
- Figure 2: an enlarged sectional view of the cone of the slurry dewatering device represented in Figure 1.

Figure 1 shows a so-called settling cone (Brocke cone) 1, serving as a slurry dewatering device, which serves for dewatering or thickening of slurries consisting of water and solid particles of coal bound with flocculent. The slurry dewatering device 1 comprises in its upper area a cylindrical jacket 2 and in its lower area a conical frustum shaped cone 3.

The slurry to be thickened enters through a feed 6, fashioned as a pipe, centrically into the device 1. The flow conditions resulting from such a central feed and from the rotation-symmetrical structure of the device 1 are indicated in Figure 1 by the arrows P: namely, water



flows in radially onto the upper edge of the cylindrical jacket 2. This upper edge of the jacket 2 is surrounded by a runoff channel 7 angular in cross-section, through which water flowing off over upper edge enters into a runoff pipe 8.

The solid particles contained in the slurry settle vertically downward due to gravity. This is indicated in Figure 1 by small circles T (solid particles) with an arrow pointing down. Due to the conical frustum shaped structure of the cone 3, the solid particles sink to the inclined surfaces, move as a thickened slurry flow along these inclined surfaces downward, and collect at the bottom of the cone. The thickened slurry is then drawn off through the outlet 4 and is either fed to a further thickening process or is transported away.

In addition to the thickening occurring based on the effects described above, a further thickening takes place according to the invention in the area of the cone 3.

In a portion of the cone 3 is located a filter, which effects a further dewatering of the slurry. The filter, represented in more detail in Figure 2, consists essentially of a metal funnel 10 provided with as many holes 9 as possible, which forms together with the outer wall of the cone 3 a 1 to 3 decimeter wide holding space 11 for a filter packing. The holes 9 in the metal funnel are in this embodiment example distributed in multiple concentric circles from top down over the funnel to a level indicated in Figure 2 by a line N. In this upper area of the filter, the filter packing in the holding space 11 consists of a relatively fine-grained material. The grain sizes are for instance in a range between 1 and 5 mm, which in particular with a finest grain size of less than 0.5 mm leads to the fact that the solid particles penetrate only a few centimeters behind the metal funnel 10 into the fine-grained packing 12 in the upper area of the filter. In the lower area, the filter packing consists of a coarse-grained material 13, and in this area the lower conical part of the metal funnel 10 as well as the cylindrical section connected thereto is not perforated. Thus, no further dewatering takes place at this position.

In the area of the coarse-grained filter packing 13, a water drain pipe 14 is connected into the cone 3, whereby a sieve 15 prevents material from the coarse filter packing 13 from getting into the water drain pipe 14. The end 16 of the water drain pipe 14 is made as a valve seat. A valve head 17 is provided opposite the valve seat, which together with the valve seat 16 forms an annular gap 18.

The width of the annular gap 18 and thus the effective cross-section of the water drain pipe 14 can be varied by means of an actuator 19. This actuator 19 is for instance implemented as a

servo motor which moves the valve head 17 by an actuating rod 20 back and forth in the direction of the double arrow F.

The adjustment of the width of the annular gap 18 is carried out by means of the actuator 19 in accordance with a control signal output by a controller 21. The controller 21 can be implemented in the conventional manner; for instance it can be a bid controller.

The control and thus the value of the manipulated variable for the actuator 19 is determined in accordance with the slurry density and/or the volume velocity in the outlet 4.

As is clear from Figure 1, a slurry density measuring instrument is arranged directly under the cone 3 on both sides of the outlet pipe. This measuring instrument consists of a transmitter 22 comprising a radiation source, and a receiver 23 which responds to a radiation intensity. Such instruments are in themselves known in the state of the art. The more the slurry is dewatered, that is, the denser the solid particles in the slurry, the less radiation gets through the two pipe walls which need to be traversed by the radiation and the slurry flowing through the outlet. The output signal "x" of the receiver 23 thus represents a variable dependent on the slurry density. Alternatively or additionally, the volume velocity of the slurry can be measured with conventional means, for instance with an inductive flow counter. This counter is indicated in Figure 1 by the reference symbol 24. It outputs an output signal "y".

Further, a slide valve 25 is provided in the outlet 4, the stopper 27 of which can be brought by turning a hand wheel 26 or by means of a (not illustrated) servo motor into a valve seat 28 inside the outlet pipe, to close off the outlet if required.

The arrangement described above can be manufactured or assembled in a simple manner:

First the perforated metal funnel 10 is brought into the settling cone 1, so that the funnel's cylindrical tip rests on the bottom of the cone 3, while the ends of the spacer rods 30 are propped against the inside of the conical frustum shaped jacket of the cone 3. Then the coarse-grained packing 13 is first brought into the holding space 11, and subsequently the fine-grained filter packing 12. Then a lock ring 31, welded together from two conical frustum shaped parts which form an acute angle, is placed over the perforated metal funnel 10. Before using the filter, the water drain pipe 14 is installed with the sieve 15.

Above, it was already described how the thickening process takes place, insofar as only the functioning of the cone is relevant. In the following it shall be described how a substantially more thorough thickening of the slurry is achieved through the inventive structure of the device. In the area of the perforated metal funnel 10, on the upper side thereof (thus, the side facing the slurry,) first a layer of relatively highly thickened slurry is formed by solid material settling along the funnel surface. This layer is subject to a pressure, acting perpendicularly to the surface of the metal funnel 10 and dependent on the height of the slurry column, which is indicated in Figure 2 by several arrows "O". Water and solid particles pass through the holes 32 in the metal funnel 10 into the fine-grained filter packing 12. The solid particles, however, only penetrate a little into the filter packing 12, while the water penetrates deeper and drains downward through the filter packing 12 along the inner wall of the cone 3. On the surface of the metal funnel 10, a flowable slurry layer 33 forms (see Figure 2), which flows downward into the outlet 4. The filtering effect depends on the water pressure prevailing on the inside of the filter arrangement 10, 11, 12, 13. Were the annular gap 18 at the end of the water drain pipe 14 to be closed, a pressure would build up in the filter, and thus also in the filter packing 12, which would be exactly as great as the pressure prevailing inside the metal funnel. The pressure difference would thus have the value "O", so that no water would be pushed into the filter packing.

If one opens the annular gap 18 by the corresponding lowering of the valve head 17 sufficiently wide that the water can exit unthrottled through the water drain pipe 14, a pressure "O" will prevail in the water drain pipe or in the area of the sieve 15, so that the pressure difference relevant for the filtration would correspond to pressure prevailing inside the metal funnel minus the pressure caused by the flow resistance of the fine-grained filter bed 12. This pressure difference would be relatively high, so that the solid particles would be pushed with large pressure against the inner surface of the metal funnel 10. The slurry layer 33 would thereby possibly lose its flowability.

Thus, the following points must be observed with regard to optimal thickening:

1. The water discharge quantity in the water drain pipe 14 must be adjustable.
2. The water drain pipe 14 must have a sufficiently large cross-section to allow the expected maximum water discharge quantity to be drained.
3. The filter arrangement in the cone 3 must, in particular with respect to the number and size of holes 9 in the metal funnel, to the volume and the grain size of the filter packing

12, and to the extent and grain size of the coarse-grained filter packing 13, be laid out such that the filter arrangement can as necessary filter off so much water that, at a given pre-thickening, the slurry drawn off in the outlet 4 will still be flowable.

The grain size of the solid particles contained in the slurry is to be taken into consideration with regard to the functioning of the filter arrangement 10, 11, 12, 13. With very fine particles, a high degree of dewatering will only be achieved if a high pressure difference is present, i.e., when the water is drained through the water drain pipe 14 practically without pressure.

As was already described above, control of the water drainage quantity is carried out in accordance with the slurry density and/or the volume velocity of the slurry in the outlet 4. The signal "x" representative of the slurry density and the signal "y" representative of the volume velocity are fed to the controller 21 shown in Figure 2. If only one of these two signals is made use of for control, the other signal is not considered. It can possibly prove expedient to feed a mean value determined from the two weighted signals to the controller 21. If for instance a large signal "x" is obtained, which means that slurry density is relatively small, the controller 21 will output a signal to the actuator 19 so that the actuator opens the annular gap 18 wider by pulling back the valve head 17. The pressure in the water drain pipe 14 will become smaller, the pressure difference relative to the pressure prevailing inside the metal funnel will become bigger, and thus a stronger thickening of the slurry in the area of the layer 33 will take place. After full adjustment, the slurry in the outlet 4 will have the desired density. If the density is too high, the annular gap 18 is closed more, so that the pressure difference relevant to the degree of dewatering becomes smaller. Then the density of the slurry in the outlet 4 will decrease. Control according to the volume velocity can be carried out in a similar manner. With small volume velocity, which corresponds to a high degree of dewatering, the annular gap 18 is closed more, so that the relevant pressure difference becomes smaller and the thickening becomes less intensive.

When after a long operating time the fine-grained filter packing 12 has become overly clogged by the solid particles of the slurry, the filter packing should be cleaned. This can be achieved with the inventive device in a simple manner, for instance by pumping water through the water drain pipe 14 in the reverse direction, so that solid particles found below the metal funnel 10 move inside the funnel through the holes 32. From this filtration technology it is known that at a certain ratio of grain size and hole diameter, one need not fear that the granular material will pass through the holes. This ratio comes to about 1:10. Thus, if one assumes a grain diameter in the range of between 1 and 5 mm for the grain size of the fine-grained filter packing 12, it is ensured

with a diameter of the holes 32 of 5 to 10 mm that practically no material from the filter packing 12 will get into the inner area of the metal funnel 10 during such a cleaning or backwashing process.

The filter can also be cleaned in a simple manner by slightly raising the metal funnel 10, so that the filter packing at the outlet 4 can be removed. Subsequently, the packing can be replaced.

The invention is not restricted to the embodiment example described above. Instead of a single-piece perforated metal funnel 10, a funnel assembled from multiple conical frustum rings can be installed in the cone 3. The bottommost unperforated ring would then go for instance to the level "N". When this ring is brought in, one then brings in the coarse-grained filter packing 13 into the holding space. Then a perforated ring or multiple perforated rings are placed over it and a filter packing matching the slurry to be filtered is filled in behind them. The individual rings then form a similar arrangement to that shown in Figure 2, only instead of the continuous metal funnel, multiple individual parts are present.

To ensure good water drainage inside the filter, a second solution provides that the filter is assembled from a finer upper layer and coarser lower layer filter packing, and the grain size of the finer filter packing is selected with respect to the grain size of the solid particles in the slurry such that the solid particles penetrated only several millimeters into the filter packing. Instead of only one perforated funnel 10, at least one additional perforated funnel is installed concentrically in the cone 3. The outer, more coarsely perforated funnel has coarse granules filled in behind it, and fine filter granules are filled in between the outer and inner funnels.

According to a particular embodiment of the invention, relatively coarse filter granules are packed behind one relatively coarsely perforated funnel, which allows the water to drain without much resistance. Prior to putting the facility into operation, the drain 14 is closed, water is filled in, and fine filter granules are packed in, so that the filter is covered all over its upper side with fine filter granules. The drain 14 is then opened, and the water pressure difference arising thereby washes and pushes the fine filter granules through the holes in the funnel several centimeters into the coarser filter granules.

Upon starting normal operation, the fine-grained solids of the slurry penetrate only several millimeters deep into the filter pile finely graded on the upper side, the slurry is dewatered on the upper side, and on the lower side the water drains downward into the coarse filter packing.

It is found that with the inventive slurry dewatering device, a substantially higher thickening of the slurry can be achieved. This has not only the consequence that less settling cones are needed for a given quantity of slurry generated, but also that substantially less transportation means need to be made ready for transporting away the thickened slurry, as the solids content in the slurry thickened according to the invention is higher than with known facilities. In other words, the slurry thickened with the inventive device contains less water, so that the in itself superfluous transport of water is in large part omitted.

It has already been indicated above that the inventive filter arrangement does not need to be unconditionally provided in a given settling cone or in every settling cone of a slurry dewatering facility. If a facility is assembled for instance from multiple settling cones of the type shown in Figure 1 (without the inventive filter arrangement), the outlet pipes are fed as a rule into a collecting cone which serves as intermediate storage, so that despite the continuous operation of the settling cones, the thickened slurry can be transported away discontinuously. In such a collecting cone serving as a buffer, an inventive filter arrangement of the type described above can also be provided, whereby additional measures in the settling cones are dispensed with.

As an example of the dimensioning of a settling cone with a filter arrangement according to Figure 1, let it be given that with a settling cone about 20 m high, the perforated metal funnel 10 has a height of approx. 4 m. The slurry fed through the feed 6 into the cone has for instance a solids content of 50 g/l, which corresponds to 20 cm<sup>3</sup> solids and 980 cm<sup>3</sup> water per 1 l slurry. The settling cone in itself effects a pre-thickening up to a solids content of 400 g/l, which corresponds to 840 cm<sup>3</sup> water and 160 cm<sup>3</sup> solids per l of pre-thickened slurry. The further thickening of the slurry effected by the inventive filter arrangement thus proceeds from the last given values. With a liter of such pre-thickened slurry, one can draw off 467 cm<sup>3</sup> water through the water drain pipe, so then 533 cm<sup>3</sup> slurry would be discharged from the outlet 4. Consequently, the slurry contains 750 g solids per liter. Referred to 1 l slurry in the outlet 4, this corresponds to 300 cm<sup>3</sup> solids and 700 cm<sup>3</sup> water.

To compare these values with the thickening achieved only through the effect of the settling cone, one compares the respective water quantities at an equal solids content. With reference to the above numerical data, this means that with 160 cm<sup>3</sup> solids, the water content after the inventive thickening will be 373 cm<sup>3</sup>. Thus, with the inventive slurry dewatering, one obtains much less than half the water at a given solids content as compared to the state of the art.

Number:	32 11 865
Int. Cl. <sup>3</sup> :	B 01 D 21/02
Filing date:	31 March 1982
Publication date:	13 October 1983

✓ 00310  
 Please order these 8 patent documents per the e-mail  
 Sent to you  
 Tor



European Patent  
Office

# EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 90 20 1232

E-IF  
ACC

RICK  
WIKSAK  
ZIP502RAWX

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.5)
X	US-A-2 813 781 (T.S. MERTES) * * Column 2, lines 44-72; columns 3-6 *	1, 2, 4, 6 18 11	B 01 D 29/11 B 01 D 29/54 B 01 D 29/84
A	---	---	---
X	DE-B-1 197 421 (WIEGELWERK) * * Columns 3, 4 *	1, 2, 4, 6 13, 18	
X	CH-A- 497 910 (TOSHIN SCIENCE) * * Columns 1-6 *	1-3, 6, 10, 17, 18	
X	US-A-1 812 773 (HUGH HARLEY CANNON) * * Pages 1-4 *	1, 3, 6 8, 11, 12 14, 15	
A	---	---	
A	DE-A-2 921 871 (SELWIG & LANGE) * * Figure 1 *	5	
A	US-A-3 319 437 (GOINS) * * Figures 1, 4 *	1-18	
A	FR-A-1 352 915 (FIVES LILLE-CAIL) * * Pages 1, 2 *	1-18	
A	DE-A-3 211 865 (GEWERKSCHAFT AUGUSTE VICTORIA) * * Figures 1, 2 *	1-18	
<p>RECEIVED JAN 31 2000</p> <p>68-004886</p> <p>SHIPPED FEB 4 2000</p>			
<p>TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.5)</p> <p>B 01 D</p>			
<p>The present search report has been drawn up for all claims</p>			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 30-08-1990	Examiner DE PAEPE P.F.J.
<p>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</p> <p>X: particularly relevant if taken alone  Y: particularly relevant if combined with another document of the same category  A: technological background  O: non-written disclosure  P: intermediate document</p>		<p>T: theory or principle underlying the invention  E: earlier patent documents, but published on, or after the filing date  D: document cited in the application  L: document cited for other reasons  &amp;: member of the same patent family, corresponding document</p>	

\* English-language equivalents if available.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 32 11 865 A 1

51 Int. Cl. 3:  
B01 D 21/02  
C 02 F 1/00

21 Aktenzeichen: 32 11 865.1  
22 Anmeld tag: 31. 3. 82  
43 Offenlegungstag: 13. 10. 83

DE 32 11 865 A 1

71 Anmelder:  
Gewerkschaft Auguste Victoria, 4370 Marl, DE

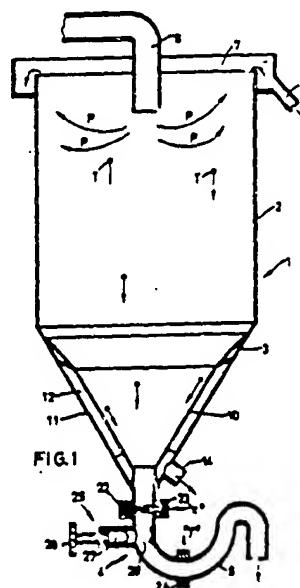
72 Erfinder:  
Lütgendorf, Hans-Otto, Prof. Dr.-Ing., 4370 Marl, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Trübeentwässerungsvorrichtung

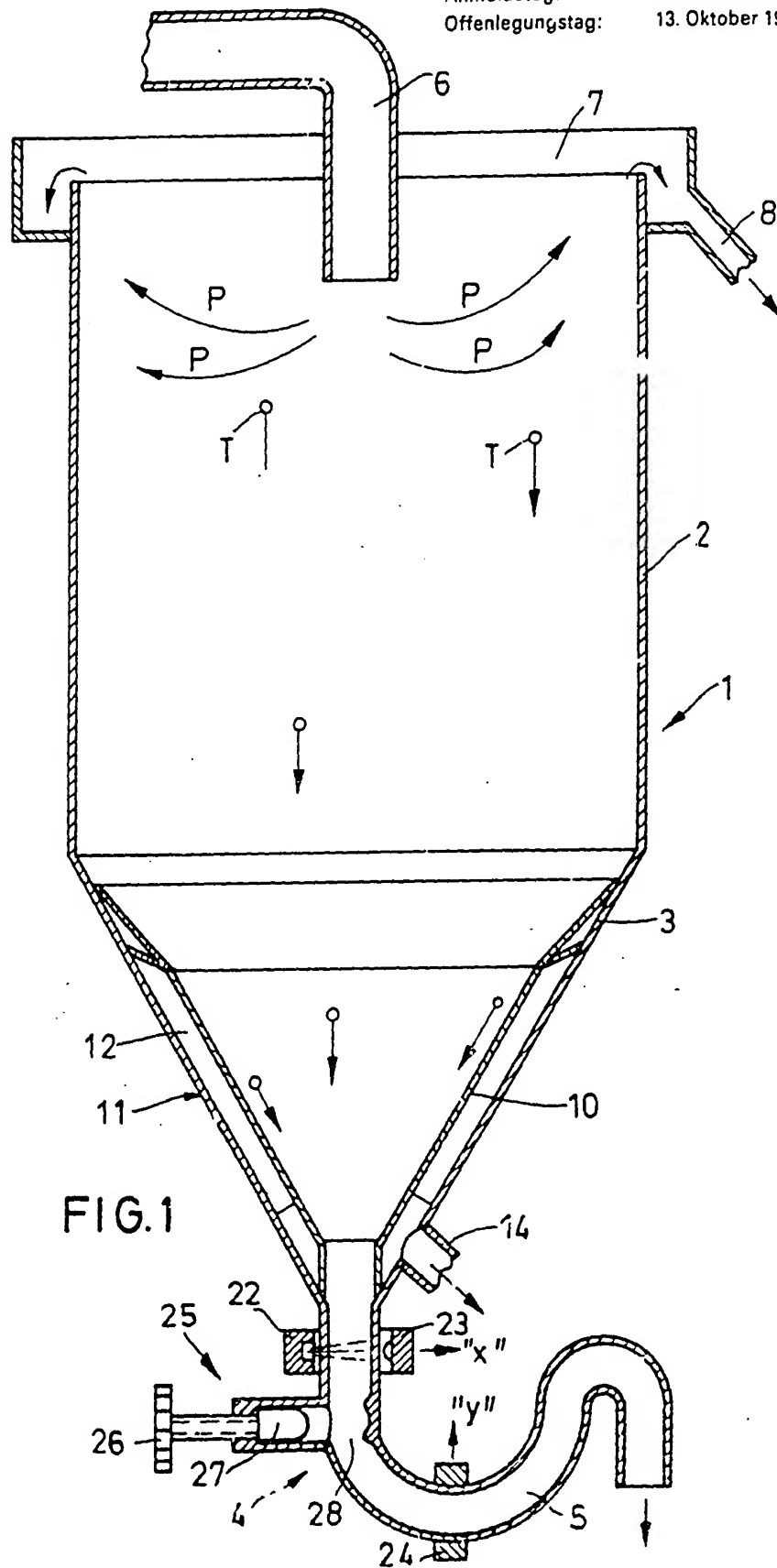
Eine als Absetzspitze ausgebildete Trübeentwässerungsvorrichtung (1) enthält in ihrer kegelstumpfförmigen Spitze (3) zusätzlich ein Filter zur weiteren Eindickung der Trübe. Dieses zusätzliche Filter besteht aus einem gelochten Metalltrichter (10), der mit der Wandung der Spitze (3) einen Aufnahme-raum (12) für eine Filterschüttung bildet. Im unteren Bereich der Filterschüttung wird das abgefilterte Wasser durch eine Wasserabflußleitung (14) druckregelt entnommen. Die für die Filterwirkung der Filteranordnung (10, 11, 12) maßgebliche Druckdifferenz wird so eingeregelt, daß die auf der Innenseite des Metalltrichters gebildete Schicht eingedickter Trübe noch fließfähig bleibt. Die Druckregelung erfolgt nach Maßgabe eines für die Trübedichte repräsentativen Signals "x", das mittels eines Meßgerätes (20, 23) gewonnen wird.

(32 11 865)



3211865

Nummer: 3211865  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: B01D 21/02  
 Anmeldetag: 31. März 1982  
 Offenlegungstag: 13. Oktober 1993



DR.-ING. STUHLMANN, DIPL.-ING. WILLERT  
DR.-ING. OIDTMANN - DIPL.-PHYS. DR. JUR. REUTERS  
PATENTANWÄLTE

AKTEN-NR. 18/29921

Ihr Zeichen

4 3 BOCHUM, 30.3.1982  
Postfach 10 24 60  
Fernruf 0234/5 19 57  
Bergstraße 15  
Telegr. Stuhlmannpatent

XD/S

Patentansprüche:

1. Trübeentwässerungsvorrichtung, mit einer Trübeaufgabe und einem am unteren Ende eines kegelstumpfförmigen Teils (Spitze) der Vorrichtung vorgesehenen Abzug für die eingedickte Trübe, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zumindest in einem Teilbereich der Spitze (3) ein Wasser abfilterndes und Feststoffteilchen (T) zurückhaltendes Filter (10, 11, 12, 13) vorgesehen ist, aus dem das abgefilterte Wasser über eine Wasserabflußleitung (14) unter geregeltem Druck abgezogen wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Druck in der Wasserabflußleitung (14) nach Maßgabe der Fließfähigkeit der eingedickten Trübe geregelt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Regelgröße im Abzug (4) die Trübedichte und/oder die Volumengeschwindigkeit gemessen wird, und daß abhängig von der Stellgröße der wirksame Querschnitt (18) der Wasserabflußleitung (14) veränderbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Filter ein trichterförmiger Filterkörper (10, 11, 12, 13) im unteren Teil der Spitze (3) vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Winkel des Filterkörpers (10, 11, 12, 13) und der Spitze (3) bezüglich der Horizontalen (z.B. "N") zwischen  $60^{\circ}$  und  $80^{\circ}$  beträgt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Filterkörper einen gelochten Metalltrichter (10) aufweist, der mit der Spitze (3) einen in der Größenordnung von Dezimetern breiten, mit Ausnahme der Löcher (9) bezüglich der Trübe abgeschlossenen Aufnahmeraum (11) bildet, in dem sich eine Filterschüttung (12, 13) befindet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Korngröße der Filterschüttung (12, 13) zum Abzug (4) hin kontinuierlich oder abgestuft zunimmt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Korngröße der Filterschüttung (12) im Hinblick auf die Korngröße der Feststoffteilchen (T) in der Trübe derart gewählt ist, daß die Feststoffteilchen nur einige Zentimeter in die Filterschüttung (12) eindringen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Metalltrichter (10) im Bereich seiner Spitze ungelocht ist, und daß in dem entsprechenden Bereich des Aufnahmeraums (11) eine grobkörnige Filterschüttung (13) und im übrigen Bereich eine feinkörnige Filterschüttung (12) vorgesehen ist, wobei insbesondere die feinkörnige Filterschüttung (12) bei Feinstkorntrüben (Korndurchmesser  $< 0,5$  mm) Korngrößen von 1 bis 5 mm aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Filter aus mehreren lose in die Spitze eingestellten Ringelementen besteht.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine sogenannte Absetzspitze (1) (sogenannte Brocke-Spitze) ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze eine einer oder mehreren Voreindickungsvorrichtungen, zum Beispiel Absetzspitzen, nachgeschaltete Sammelspitze ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter zweischichtig ausgebildet ist mit einer oberseitigen feineren und einer unterseitigen gröberen Filterschüttung und daß die Korngröße der feineren Filterschüttung im Hinblick auf die Korngröße der Feststoffteilchen in der Trübe derart gewählt ist, daß diese nur einige Millimeter in die Filterschüttung eindringen, und die Korngröße der gröberen Filterschüttung derart gewählt ist, daß die feinere Filterschüttung nur einige Zentimeter in die gröbere eindringt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter grob gelochter Metalltrichter zur Stützung der dahinter eingefüllten, unterseitigen groben Filterschüttung vorgesehen ist und die oberseitige feine Filterschüttung zwischen dem fein gelochten oberseitigen Metalltrichter und dem zweiten grob gelochten Metalltrichter eingefüllt ist.

31.03.82

3211865

- 3a -

15. Verfahren zum Herstellen einer Vorrichtung nach Anspruch 13, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der grob gelochte Metalltrichter mit einer groben Filterschüttung hinterfüllt wird und eine oberseitige feine Filterschicht durch die Lochung des Metalltrichters einige Zentimeter in die grobe Filterschüttung eingeschwenkt wird.

Gewerkschaft Auguste Viktoria, 4370 Marl

Trübeentwässerungsvorrichtung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Trübe-entwässerungsvorrichtung, mit einer Trübeaufgabe und einem am unteren Ende eines kegelstumpfförmigen Teils (Spitze) der Vorrichtung vorgesehenen Abzug für die eingedickte Trübe.

Es gibt verschiedene Vorrichtungen und Verfahren, um Wasser/Feststoff-Trüben einzudicken. Bekannt sind zum Beispiel Filterpressen, Vakuumfilter und Absetzspitzen (auch Brocke-Spitzen genannt). Filterpressen und Vakuumfilter bringen relativ hohe Betriebskosten mit sich, weil bei diesen Filtern das Wasser mittels Druckeinwirkung ausgepreßt wird. Bei den Absetzspitzen hingegen setzen sich die Feststoffteilchen der Trübe, welcher zuvor üblicherweise ein Flockungsmittel zugesetzt wird, aufgrund der Schwerkraft ohne mechanische Hilfe nach unten ab.

Der mit den Absetzspitzen zu erreichende Eindickungs- oder Entwässerungsgrad ist relativ gering. Bei Korngrößen in der Größenordnung von Feinsand kann das Wasser bei der Verdichtung der Feststoffteilchen praktisch widerstandslos nach oben entweichen. Bei Feinstkorn jedoch wird die Durchlässigkeit mit zunehmender Verdichtung des Feststoffs immer geringer. Es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen Feststofflast und Porenwasserüberdruck ein, wodurch ein weiteres Eindicken praktisch nicht mehr möglich ist. Vor dem Abzug im

unteren Bereich der Spitze sammelt sich eine Trübe mit einem relativ hohen Wasseranteil.

Es ist weiterhin bekannt, Filterschüttungen oder -schichten zu verwenden, von deren Boden das Wasser abgesaugt wird, um die Eindickung zu beschleunigen. Solche, unter der Bezeichnung "hardinge-super-thickener" bekannte Entwässerungsvorrichtungen haben grundsätzlich den Aufbau gewöhnlicher Eindickvorrichtungen, im übrigen ist ihr Boden wasserdurchlässig und mit einer Filterschicht aus Sand oder dergleichen bedeckt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß solche Eindickvorrichtungen den Nachteil haben, daß sich die Filterschicht mit der Zeit zusetzt und erneuert oder gereinigt werden muß. Besonders ungünstig erweist sich bei diesen Eindickvorrichtungen das Austragen des auf den Filter niedergeschlagenen Filterguts; denn es läßt sich bei den bekannten Vorrichtungen nicht vermeiden, daß nicht nur das Filtergut, sondern gleichzeitig auch ein gewisser Teil der Filterschüttung mit ausgetragen wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Trübeentwässerungsvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der eine im Vergleich zu Absetzspitzen wesentlich verbesserte Eindickung erzielt wird, ohne daß hierzu ein unvertretbar hoher Aufwand erforderlich wäre.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest in einem Teilbereich der Spitze ein Wasser abfilternder und Feststoffteilchen zurückhaltender Filter vorgesehen ist, aus dem das abgefilterte Wasser über eine Wasserabflußleitung unter geregelter Druck abgezogen wird.



Bei der Spitze, von der die vorliegende Erfindung ausgeht, kann es sich beispielsweise um die oben erwähnte Absetzspitze (Brocke-Spitze) handeln, oder aber beispielsweise um eine sogenannte Sammelspitze, in der sich voreingedickte Trübe aus mehreren Absetzspitzen sammelt, bevor sie abtransportiert wird. Der kegeltumpfförmige Teil der Vorrichtung wirkt zunächst wie eine an sich bekannte Absetzspitze mit dem oben näher erläuterten Eindickeffekt, welcher aus den genannten Gründen lediglich zu einer "Voreindickung" führt. Der in der Spitze vorgesehene Filter bewirkt nun eine wesentlich weitergehende Eindickung der Trübe. Aufgrund der durch die Gestalt der Spitze bedingten Schrägfläche auf der der Trübe zugewandten Seite des Filters (im folgenden "Oberseite" des Filters genannt) bildet sich dort eine stark eingedickte Trübeschicht, welche nach unten in Richtung auf den Abzug fließt oder rutscht. Die Filterwirkung des in der Spitze angeordneten Filters beruht auf der Druckdifferenz, welche bestimmt wird durch den durch die Wasserauflast bedingten Druck einerseits und den geregelten Druck im Wasserabfluß andererseits. Ließe man das Wasser über die Wasserabflußleitung stets mit größtmöglicher Volumengeschwindigkeit absetzen, das heißt, wäre die erwähnte Druckdifferenz stets maximal, das heißt, entspräche die Druckdifferenz dem durch die Wasserauflast bewirkten Druck auf der Oberseite des Filters, so bestände die Gefahr, daß durch den hohen Druck auf der Oberseite des Filters eine zu dicke und feste Schicht gebildet würde, die nicht mehr fließfähig und mit anwachsender Dicke immer weniger wasserdurchlässig wäre. In einem solchen Fall würde die Wirkung des in der Spitze befindlichen Filters vollständig zunichte gemacht, und man erhielte am Abzug eine "voreingedickte" Trübe, wie man sie in den üblichen Absetzspitzen erhält.

Macht man die Druckdifferenz zu klein, was im Extremfall dem völligen Absperrern der Wasserabflußleitung entspräche, so würde die Wirkung des Filters ebenfalls zunichte gemacht, so daß man am Abzug auch dann lediglich die erwähnte voreingedickte Trübe erhielte. Es kann also ein Optimalwert hinsichtlich des Drucks in der Wasserabflußleitung, also auf der Innenseite des Filters gefunden werden. Dieser optimale Druck hängt bei konstanter Füllhöhe der Spitze bzw. der Trübeentwässerungsvorrichtung von dem Entwässerungsgrad der durch den Abzug laufenden Trübe und/oder von der Volumengeschwindigkeit im Abzug ab.

Dementsprechend sieht die Erfindung vor, daß der Druck in der Wasserabflußleitung nach Maßgabe der Fließfähigkeit der eingedickten Trübe geregelt wird.

Die Fließfähigkeit, die sich beispielsweise ausdrückt in dem Entwässerungsgrad, kann zum Beispiel mittels eines Strahlungs-Dichtemeßgeräts erfaßt werden.

Um also eine optimale Eindickung der Trübe zu erreichen, sieht die Erfindung vor, daß als Regelgröße im Abzug die Trübendichte und/oder die Volumengeschwindigkeit gemessen wird, und daß abhängig von der Stellgröße der wirksame Querschnitt der Wasserabflußleitung veränderbar ist. Die Trübendichte läßt sich mit der oben angesprochenen Vorrichtung kontinuierlich messen. Auch die Volumengeschwindigkeit läßt sich mit an sich bekannten Mitteln auf relativ einfache Weise feststellen. Die Regelung erfolgt dann so, daß Trübendichte beziehungsweise Volumengeschwindigkeit auf einen

Sollwert eingeregelt werden. Hierzu werden die Meßwerte für die Trübendichte beziehungsweise die Volumengeschwindigkeit auf einen herkömmlichen Regler gegeben, welcher eine Stellgröße abgibt, gemäß der der Querschnitt der Wasserabflußleitung eingestellt wird. Es ist klar, daß bei unterbrochenem Abzug der eingedickten Trübe auch die Wasserabflußleitung gesperrt werden muß, weil die Trübe sonst in der Spitze zu stark eingedickt wird und später nicht mehr fließfähig ist.

Eine besonders kostengünstige und dennoch wirksame Anordnung erhält man dadurch, daß als Filter ein trichterförmiger Filterkörper im unteren Teil der Spitze vorgesehen wird. Dieser Filterkörper wird in einfacher Weise an die Form der Spitze angepaßt.

Es wurde oben bereits darauf hingewiesen, daß die Trübe auf der Oberseite des Filters fließfähig sein muß. Das Abfließen der eingedickten Trübe zum Abzug hin ist also eine Grundvoraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb der Trübe-entwässerungsanlage. In diesem Zusammenhang spielt also die Konizität der Spitze eine nicht unerhebliche Rolle. Es hat sich gezeigt, daß ein guter Wirkungsgrad dann erzielt wird, wenn der Winkel des Filterkörpers und der Spitze bezüglich der Horizontalen zwischen  $60^{\circ}$  und  $80^{\circ}$  beträgt. Bei einem derart relativ steilen Winkel fließt die relativ stark eingedickte Trübe an der Oberseite des Filters gut zum Abzug hin ab. Andererseits wirkt auf die Trübe der von der Höhe der Wassersäule abhängige Druck unabhängig von der relativ großen Schräge der Spitze, so daß eine gute Entwässerung der Trübe durch den Filter gewährleistet ist.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Filterkörper einen gelochten Metalltrichter aufweist, der mit der Spitze einen in der Größenordnung von Dezimetern breiten, mit Ausnahme der Löcher bezüglich der Trübe abgeschlossenen Aufnahmeraum bildet, in dem sich eine Filterschüttung befindet. Gemäß diesem erfindungsgemäßen Vorschlag lassen sich also beispielsweise bereits installierte Absetzspitzen ohne allzu großen Aufwand umrüsten, so daß mit diesen Spitzen dann eine wesentlich bessere Entwässerung erzielt wird als früher. Der an die Spitze angepaßte Metalltrichter wird in die Spitze abgesenkt, anschließend wird in den Aufnahmeraum die Filterschüttung eingebracht. Nach oben kann der Aufnahmeraum beispielsweise durch einen lose aufgesetzten Ring abgeschlossen werden. Es braucht dann nur noch auf der Außenseite der Spitze die Wasserabflußleitung angebracht zu werden. Wenngleich oben vorgeschlagen wurde, eine automatische (zum Beispiel elektronische) Regelung vorzusehen, so kann die Regelung auch von Hand erfolgen. Ein Bedienungsmann kann beispielsweise durch Sichtprüfung den Grad der Eindickung der Trübe feststellen und erforderlichenfalls die Wasserabflußleitung entweder weiter sperren oder mehr öffnen.

Um einen guten Wasserabfluß im Innern des Filters zu gewährleisten, sieht die Erfindung vor, daß die Korngröße der Filterschüttung zum Abzug hin kontinuierlich oder abgestuft zunimmt. Das Filterkorn wird nach der einen Lösung zum Beispiel einheitlich im Bereich des gelochten Trichters entsprechend einer genügenden Wasserdurchlässigkeit ausreichend grob gewählt und in Kauf genommen, daß das Feststoffkorn der Trübe wenige Zentimeter tief oberseitig eindringt. Im unterzeitigen freien Teil der Filterschüttung fließt das Wasser nach unten ab und wird hinter dem ungelochten Bereich des Trichters in einer groben Schüttung gesammelt.

Die Korngröße der Filterschüttung beeinflusst den Wirkungsgrad der Anlage. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Korngröße der Filterschüttung im Hinblick auf die Korngröße der Feststoffteilchen in der Trübe derart gewählt ist, daß die Feststoffteilchen nur einige Zentimeter in die Filterschüttung eindringen. Da man von vornherein weiß, in welcher Größenordnung sich die Feststoffteilchen der Trübe bewegen, kann entsprechend dieser Information die Korngröße der Filterschüttung gewählt werden. Es ist unschädlich, wenn gemäß der Erfindung die Feststoffteilchen einige Zentimeter in die Filterschüttung eindringen. Es wird nach wie vor ein guter Wirkungsgrad erzielt werden. Auch die Tatsache, daß aufgrund des Eindringens von Feststoffteilchen in die Filterschüttung ein höherer Druckunterschied erforderlich ist, um dieselbe Eindickung zu erzielen wie bei völlig freier Filterschüttung, hat auch auf den Wirkungsgrad der gesamten Anlage keinen Einfluß; denn in einem solchen Fall braucht der Druck in der Wasserabflußleitung nur in entsprechendem Maße heruntergesetzt zu werden, um hinsichtlich des Entwässerungsgrades die gleichen Ergebnisse zu erzielen wie bei frischer und freier Filterschüttung.

Es kann von Vorteil sein, wenn im Bereich des Abzugs keine weitere Entwässerung der Trübe mehr erfolgt, so daß in diesem Bereich die Trübe gleichmäßig eingedickt ist. Dem entsprechend sieht die Erfindung vor, daß der Metalltrichter im Bereich seiner Spitze ungelocht ist, und daß in dem entsprechenden Bereich des Aufnahmeraums eine grobkörnige Filterschüttung und im übrigen Bereich eine feinkörnige Filterschüttung vorgesehen ist, wobei insbesondere die feinkörnige Filterschüttung bei Feinstkorntrüben Korngrößen von 1 bis 5 mm aufweist. Im unteren Bereich der Spitze kann das im oberen Filterbereich abgezogene Wasser also ungehindert ab-

fließen. Nach den Filtergesetzen dringt das Filtergut bei bestimmter Korngröße abhängig von der Korngröße der Filterschüttung mehr oder weniger tief in die Filterschüttung ein. xxxx Feinstkorn mit einer Korngröße von weniger als 0,5 mm beispielsweise dringt nur einige Zentimeter in die feine Filterschüttung ein, wenn diese sich aus verschiedenen großen Körnern mit 1 bis 5 mm Durchmesser zusammensetzt.

Je nach Umfang und Kapazität der Trübeentwässerungsanlage kann der erfindungsgemäße Filter beispielsweise in allen Absetzspitzen einer mehrere Spitzen umfassenden Anlage eingebaut sein. Andererseits gibt es auch Anlagen, in denen die in Absetzspitzen voreingedickte Trübe in einer sogenannten Sammelspitze angesammelt wird. Die Sammelspitze dient als Zwischenspeicher oder Puffer, um einen kontinuierlichen Betrieb der einzelnen Absetzspitzen zu ermöglichen, während die Trübe von der Sammelspitze diskontinuierlich für den Abtransport abgezogen wird. Auch eine solche Sammelspitze kann in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildet sein.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Querschnittsansicht einer Trübeentwässerungsvorrichtung, in deren im unteren Teil befindlichen Spitze ein Filter vorgesehen ist, und

Figur 2 eine vergrößerte Querschnittsansicht der in Figur 1 dargestellten Spitze der Trübeentwässerungsvorrichtung.

Figur 1 zeigt eine als Trübeentwässerungsvorrichtung dienende sogenannte Absetzspitze (Brocke-Spitze) 1, die zum Entwässern beziehungsweise Eindicken von Trüben aus Wasser und mit Flockungsmittel gebundenen Kohle-Feststoffteilchen dient. Die Trübeentwässerungsvorrichtung 1 weist in ihrem oberen Bereich einen Zylindermantel 2 und in ihrem unteren Bereich eine kegelstumpfförmige Spitze 3 auf.

Die einzudickende Trübe gelangt über eine als Rohr ausgebildete Aufgabe 6 zentrisch in die Vorrichtung 1. Die sich durch eine solche zentrische Aufgabe und durch die rotations-symmetrische Ausbildung der Vorrichtung 1 ergebenden Strömungsverhältnisse sind in der Figur 1 durch Pfeile P angedeutet; das heißt: es strömt Wasser in radialer Richtung auf die Oberkante des zylindrischen Mantels 2 zu. Diese Oberkante des Mantels 2 ist von einer im Querschnitt winkligen Ablaufrinne 7 eingefasst, über die das über die Oberkante abfließende Wasser in ein Ablaufrohr 8 gelangt.

Die in der Trübe enthaltenen Feststoffteilchen sinken aufgrund der Schwerkraft senkrecht nach unten ab. Dies ist in Figur 1 durch kleine Kreise T (Feststoffteilchen) mit nach unten gerichtetem Pfeil angedeutet. Aufgrund der kegelstumpfförmigen Ausbildung der Spitze 3 sinken die Feststoffteilchen bis auf die schrägen Flächen, bewegen sich als eingedickter Trübestrom auf diesen schrägen Flächen nach unten und sammeln sich im Tiefsten der Spitze. Die eingedickte Trübe wird dann über den Abzug 4 abgezogen und entweder einem weiteren Eindickvorgang zugeführt oder abtransportiert.

Zusätzlich zu der aufgrund der oben beschriebenen Effekte erfolgenden Eindickung erfolgt erfindungsgemäß eine weitergehende Eindickung im Bereich der Spitze 3.

In einem Teilbereich der Spitze 3 befindet sich ein Filter, welcher eine weitere Entwässerung der Trübe bewirkt. Das in Figur 2 näher dargestellte Filter besteht im wesentlichen aus einem mit möglichst vielen Löchern 9 versehenen Metalltrichter 10, der mit der Außenwand der Spitze 3 einen 1 bis 3 Dezimeter breiten Aufnahmeraum 11 für eine Filterschüttung bildet. Die Löcher 9 in dem Metalltrichter sind bei diesen Ausführungsbeispielen in mehreren konzentrischen Kreisen von oben nach unten über den Trichter bis zu einem in Figur 2 durch eine Linie N angedeuteten Niveau verteilt. In diesem oberen Bereich des Filters besteht die Filterschüttung in dem Aufnahmeraum 11 aus relativ feingekörntem Material. Beispielsweise liegt die Korngröße in einem Bereich zwischen 1 und 5 mm, was insbesondere bei einer Feinstkorngröße von weniger als 0,5 mm dazu führt, daß die Feststoffpartikel nur wenige Zentimeter hinter den Metalltrichter 10 in die feinkörnige Schüttung 12 im oberen Bereich des Filters eindringen. Im unteren Bereich besteht die Filterschüttung aus grobkörnigem Material 13, und in diesem Bereich ist der untere konische Teil des Metalltrichters 10 sowie der daran anschließende zylinderförmige Abschnitt nicht gelocht. An dieser Stelle erfolgt also keine weitere Entwässerung.

Im Bereich der grobkörnigen Filterschüttung 13 ist in die Spitze 3 eine Wasserabflußleitung 14 eingelassen, wobei ein Sieb 15 verhindert, daß Material aus der groben Filterschüttung 13 in die Wasserabflußleitung 14 gelangt. Das Ende 16 der Wasserabflußleitung 14 ist als Ventilsitz ausgebildet. Dem Ventilsitz gegenüberliegend ist eine Ventilsitze 17 vorgesehen, die mit dem Ventilsitz 16 einen Ringspalt 18 bildet.



Die Breite des Ringspalts 18 und damit der wirksame Querschnitt der Wasserabflußleitung 14 kann durch ein Stellglied 19 variiert werden. Dieses Stellglied 19 ist beispielsweise als Servomotor ausgebildet, der die Ventilspitze 17 über eine Betätigungsstange 20 in Richtung des Doppelpfeils F hin- und herbewegt.

Die Einstellung der Breite des Ringspalts 18 erfolgt durch das Stellglied 19 entsprechend dem von einem Regler 21 abgegebenen Stellsignal. Der Regler 21 kann in herkömmlicher Weise ausgebildet sein, beispielsweise kann es sich um einen Bid-Regler handeln.

Die Regelung und somit der Wert der Stellgröße für das Stellglied 19 erfolgt nach Maßgabe der Trübedichte und/oder der Volumengeschwindigkeit im Abzug 4.

Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, ist direkt unter der Spitze 3 auf beiden Seiten des Abzugrohres ein Trübedichte-Meßgerät angeordnet. Dieses Meßgerät besteht aus einem eine Strahlungsquelle enthaltenden Sender 22 und einem auf eine Strahlungsintensität ansprechenden Empfänger 23. Derartige Geräte sind aus dem Stand der Technik an sich bekannt. Je stärker die Trübe entwässert ist, das heißt, je dichter die Feststoffteilchen in der Trübe sind, desto weniger Strahlung gelangt durch die beiden von der Strahlung zu durchlaufenden Rohrwandungen und die den Abzug durchströmende Trübe. Das Ausgangssignal "x" des Empfängers 23 stellt also eine von der Trübedichte abhängige Größe dar. Alternativ oder zusätzlich kann die Volumengeschwindigkeit der Trübe mit herkömmlichen Mitteln gemessen werden, beispielsweise mit einem induktiven Durchflußzähler. Dieser Zähler ist in Figur 1

durch das Bezugszeichen 24 angedeutet. Er gibt ein Ausgangssignal "y" ab.

Weiterhin ist in dem Abzug 4 ein Schieber 25 vorgesehen, dessen Sperrglied 27 durch Drehen eines Handrades 26 oder mittels eines (nicht dargestellten) Servo-motors in einen Ventilsitz 28 im Inneren des Abzugrohres gebracht werden kann, um den Abzug erforderlichenfalls abzusperren.

Die oben beschriebene Anordnung kann auf einfache Weise hergestellt beziehungsweise montiert werden:

In die Absetzspitze 1 wird zunächst der gelochte Metalltrichter 10 eingebracht, so daß dessen zylindrische Spitze unten am Boden der Spitze 3 aufsetzt, während sich die Enden von Distanzstäben 30 auf der Innenseite des kegelstumpfförmigen Mantels der Spitze 3 abstützen. Dann wird zunächst die grobkörnige Schüttung 13 in den Aufnahmeraum 11 gebracht, anschließend erfolgt das Einbringen der feinkörnigen Filterschüttung 12. Dann wird oben auf den gelochten Metalltrichter 10 ein Verschlußring 31 aufgesetzt, der aus zwei kegelstumpfförmigen Teilen zusammengeschweißt ist, welche einen spitzen Winkel bilden. Vor dem Einsetzen des Filters wurde die Wasserabflußleitung 14 mit dem Sieb 15 montiert.

Oben wurde bereits beschrieben, wie der Eindickprozess abläuft, so weit lediglich die Wirkung der Spitze maßgebend ist. Im folgenden soll beschrieben werden, wie durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Vorrichtung eine wesentlich weitgehendere Eindickung der Trübe erreicht wird. Im Bereich des gelochten Metalltrichters 10 bildet sich auf dessen Oberseite (also auf der der Trübe zugewandten Seite) durch das

entlang der Trichteroberfläche absinkende Feststoffmaterial zunächst eine Schicht mit relativ stark eingedickter Trübe. Auf diese Schicht wirkt lotrecht zur Fläche des Metalltrichters 10 ein von der Höhe der Trübesäule abhängiger Druck, der in Figur 2 durch einige Pfeile "0" angedeutet ist. Durch die Löcher 32 in dem Metalltrichter 10 gelangen Wasser und Feststoffteilchen in die feinkörnige Filterschüttung 12. Die Feststoffteilchen dringen allerdings nur etwas in die Filterschüttung 12 ein, während das Wasser tiefer eindringt und durch die Filterschüttung 12 entlang der Innenwandung der Spitze 3 nach unten abfließt. Auf der Oberfläche des Metalltrichters 10 bildet sich eine fließfähige Trübeschicht 33 (siehe Figur 2), die nach unten in den Abzug 4 abfließt. Die Filterwirkung hängt ab von dem auf der Innenseite der Filteranordnung 10, 11, 12, 13 herrschenden Wasserdruck. Wäre der Ringspalt 18 am Ende der Wasserabflußleitung 14 geschlossen, so würde sich in dem Filter, also auch in der Filterschüttung 12 ein Druck aufbauen, der genau so groß wäre wie dieser innerhalb des Metalltrichters herrschende Druck. Die Druckdifferenz hätte demnach den Wert "0", so daß kein Wasser in die Filterschüttung gedrückt würde.

Öffnet man den Ringspalt 18 durch entsprechendes Absenken der Ventilspitze 17 so weit, daß das Wasser ungehindert durch die Wasserabflußleitung 14 austreten kann, so herrscht in der Wasserabflußleitung beziehungsweise im Bereich des Siebes 15 ein Druck "0", so daß die für die Filtrierung maßgebliche Druckdifferenz dem innerhalb des Metalltrichters herrschenden Druck abzüglich des durch den Strömungswiderstand der feinkörnigen Filterschicht 12 bewirkten Druckes entspricht. Diese Druckdifferenz wäre relativ

hoch, so daß die Feststoffteilchen mit großem Druck gegen die Innenfläche des Metalltrichters 10 gedrückt würden. Hierdurch würde die Trübeschicht 33 ihre Fließfähigkeit möglicherweise verlieren.

Es müssen also folgende Punkte hinsichtlich der optimalen Eindickung beachtet werden:

1. Die Wasserabflußmenge in der Wasserabflußleitung 14 muß einstellbar sein.
2. Die Wasserabflußleitung 14 muß einen ausreichend großen Querschnitt aufweisen, damit die zu erwartende maximale Wasserabflußmenge abgeleitet werden kann.
3. Die Filteranordnung in der Spitze 3 muß insbesondere im Hinblick auf die Anzahl und Größe der Löcher 9 in dem Metalltrichter, auf das Volumen und die Korngröße der Filterschüttung 12 und auf den Umfang und die Korngröße der grobkörnigen Filterschüttung 13 so ausgelegt sein, daß die Filteranordnung nötigenfalls so viel Wasser abfiltern kann, daß bei gegebener Vor-eindickung die im Abzug 4 abgezogene Trübe gerade noch fließfähig ist.

Bei der Wirkung der Filteranordnung 10, 11, 12, 13 ist die Korngröße der in der Trübe enthaltenen Feststoffteilchen zu berücksichtigen. Bei sehr feinem Korn wird ein hoher Ent-wässerungsgrad nur dann erzielt, wenn eine hohe Druckdifferenz vorliegt, das heißt, wenn das Wasser durch die Wasserabfluß-leitung 14 praktisch drucklos abgeführt wird.

Wie oben bereits erwähnt wurde, erfolgt die Regelung der Wasserabflußmenge nach Maßgabe der Trübedichte und/oder der Volumengeschwindigkeit der Trübe in dem Abzug 4. Das für die Trübedichte repräsentative Signal "x" sowie das für die Volumengeschwindigkeit repräsentative Signal "y" werden auf den in Figur 2 dargestellten Regler 21 gegeben. Soll nur eines dieser beiden Signale für die Regelung herangezogen werden, so bleibt das andere Signal außer Betracht. Es kann sich möglicherweise als zweckmäßig erweisen, einen aus den gewichteten beiden Signalen ermittelten Durchschnittswert xxxxxxxxxxxxxxxx auf den Regler 21 zu geben. Wird zum Beispiel ein großes Signal "x" erhalten, was bedeutet, daß die Trübedichte relativ gering ist, so gibt der Regler 21 an das Stellglied 19 ein Signal, so daß das Stellglied 19 durch Zurückziehen der Ventilspitze 17 den Ringspalt 18 weiter öffnet. Der Druck in der Wasserabflußleitung 14 wird geringer, die Druckdifferenz bezüglich des innerhalb des Metalltrichters herrschenden Drucks wird größer, und demzufolge erfolgt eine stärkere Eindickung der Trübe im Bereich der Schicht 33. Nach Ausregelung wird die Trübe im Abzug 4 die gewünschte Dichte haben. Ist die Dichte zu groß, wird der Ringspalt 18 weiter geschlossen, so daß die für den Entwässerungsgrad maßgebliche Druckdifferenz geringer wird. Danach wird sich die Dichte der Trübe im Abzug 4 verringern. Die Ausregelung nach Maßgabe der Volumengeschwindigkeit kann in ähnlicher Weise erfolgen. Bei geringer Volumengeschwindigkeit, die einem hohen Entwässerungsgrad entspricht, wird der Ringspalt 18 weiter geschlossen, so daß demzufolge die maßgebliche Druckdifferenz geringer wird und die Eindickung weniger intensiv erfolgt.

Wenn sich nach längerer Betriebszeit die feinkörnige Filterschüttung 12 zu stark durch die Feststoffteilchen der Trübe zugesetzt hat, sollte die Filterschüttung gereinigt werden. Dies kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf einfache Weise dadurch erfolgen, daß beispielsweise durch die Wasserabflußleitung 14 in umgekehrter Richtung Wasser in den Aufnahmeraum 11 gepumpt wird, so daß die unterhalb des Metalltrichters 10 befindlichen Feststoffteilchen durch die Löcher 32 in das Innere des Trichters gelangen. Aus dieser Filtertechnik ist es bekannt, daß bei einem bestimmten Verhältnis von Korngröße und Lochdurchmesser nicht zu befürchten steht, daß das körnige Material durch die Löcher hindurchtritt. Dieses Verhältnis beträgt etwa 1 : 10. Wenn man also bei einer Korngröße der feinkörnigen Filterschüttung 12 von einem Korndurchmesser im Bereich zwischen 1 und 5 mm ausgeht, so ist bei einem Durchmesser der Löcher 32 von 5 bis 10 mm sichergestellt, daß bei einem solchen Reinigungs- oder Rückspülvorgang praktisch keim Material aus der Filterschüttung 12 in den Innenbereich des Metalltrichters 10 gelangt.

Man könnte den Filter auch auf einfache Weise dadurch reinigen, daß der Metalltrichter 10 etwas angehoben wird, so daß die Filterschüttung am Abzug 4 entnommen werden kann. Anschließend kann die Schüttung erneuert werden.

Die Erfindung ist nicht auf das oben beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Statt eines einstückigen gelochten Metalltrichters 10 kann ein aus mehreren Kegelstumpfringen zusammengesetzter Trichter in die Spitze 3 eingesetzt werden. Der unterste ungelochte Ring geht dann beispielsweise bis zu dem Niveau "N". Wenn dieser Ring eingebracht ist, wird anschließend die grobkörnige Filterschüttung 13 in den Aufnahmeraum eingebracht. Dann wird ein gelochter Ring oder werden gegebenenfalls mehrere ge-

lochte Ringe aufgesetzt und mit einer auf die zu filternde Trübe abgestimmten Filterschüttung hinterfüllt. Die einzelnen Ringe bilden dann eine ähnliche Anordnung, wie sie in Figur 2 dargestellt ist, nur daß anstelle des durchgehenden Metalltrichters mehrere Einzelteile vorhanden sind.

Um einen guten Wasserabfluß im Innern des Filter zu gewährleisten, sieht eine zweite Lösungsform vor, daß der Filter aus einer oberseitigen feineren und einer unterseitigen gröberen Filterschüttung zusammengesetzt ist und die Korngröße der feineren Filterschüttung im Hinblick auf die Korngröße der Feststoffteilchen in der Trübe derart gewählt ist, daß die Feststoffteilchen nur einige Millimeter in die Filterschüttung eindringen. Statt nur eines gelochten Metalltrichters 10 wird mindestens ein weiterer gelochter Trichter konzentrisch in die Spitze 3 eingesetzt. Der äußere gröber gelochte Trichter wird mit grobem Korn hinterfüllt und zwischen äußeren und innerem Trichter feines Filterkorn eingefüllt.

Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung wird hinter einen relativ grob gelochten Trichter relativ grobes Filterkorn geschüttet, das das Wasser ohne größeren Widerstand abfließen läßt. Vor Inbetriebnahme der Anlage wird der Abfluß 14 geschlossen, Wasser eingefüllt und feines Filterkorn eingeschüttet, so daß das Filter oberseitig mit feinem Filterkorn vollflächig bedeckt ist. Der Abfluß 14 wird dann geöffnet und die dadurch entstehende Wasserdruckdifferenz spült und drückt das feine Filterkorn durch die Löcher des Trichters in das gröbere Filterkorn wenige Zentimeter hinein

Bei Beginn des Normalbetriebs dringen die feinkörnigen Feststoffe der Trübe nur noch wenige Millimeter tief in das

oberseitig fein abgestufte Filtergerüst ein, oberseitig wird die Trübe entwässert und unterseitig fließt das Wasser in der groben Filterschüttung nach unten ab.

Man erkennt, daß mit der erfindungsgemäßen Trübeentwässerungsvorrichtung eine wesentlich stärkere Eindickung der Trübe erzielbar ist. Dies hat nicht nur zur Folge, daß bei gegebener Menge anfallender Trübe weniger Absetzspitzen notwendig sind, sondern es müssen auch wesentlich weniger Transportmittel zum Abtransport der eingedickten Trübe bereitgestellt werden, weil der Feststoffanteil in der erfindungsgemäß eingedickten Trübe wesentlich höher ist als bei bekannten Anlagen. Mit anderen Worten: Die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eingedickte Trübe enthält weniger Wasser, so daß der an sich überflüssige Transport des Wassers zum großen Teil fortfällt.

Es wurde oben bereits darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäße Filteranordnung nicht unbedingt in einer oder jeder Absetzspitze einer Trübeentwässerungsanlage vorgesehen zu sein braucht. Setzt sich eine Anlage beispielsweise aus mehreren Absetzspitzen der in Figur 1 dargestellten Art (ohne die erfindungsgemäße Filteranordnung) zusammen, so werden die Abzugrohre in der Regel in eine als Zwischenspeicher dienende Sammelspitze gegeben, so daß trotz kontinuierlichem Betrieb der Absetzspitzen die eingedickte Trübe diskontinuierlich abtransportiert werden kann. In einer solchen als Puffer dienenden Sammelspitze kann auch eine erfindungsgemäße Filteranordnung der oben beschriebenen Art vorgesehen werden, wobei dann auf zusätzliche Maßnahmen in den Absetzspitzen verzichtet wird.

Als Beispiel für die Dimensionierung einer Absetzspitze mit Filteranordnung gemäß Figur 1 sei angegeben, daß bei einer



etwa 20 m hohen Absetzspitze der gelochte Metalltrichter 10 eine Höhe von ca. 4 m hat. Die durch die Aufgabe 6 in die Spitze eingeführte Trübe hat beispielsweise einen Feststoffanteil von 50 g/l, dies entspricht pro 1 l Trübe dann 20 cm<sup>3</sup> Feststoff und 980 cm<sup>3</sup> Wasser. Die Absetzspitze an sich bewirkt eine Voreindickung bis zu einem Feststoffanteil von 400 g/l, dies entspricht 840 cm<sup>3</sup> Wasser und 160 cm<sup>3</sup> Feststoff pro 1 voreingedickter Trübe. Die durch die erfindungsgemäße Filteranordnung bewirkte weitergehende Eindickung der Trübe geht also von den letztgenannten Werten aus. Auf den 1 einer derart voreingedickten Trübe bezogen, kann man an der Wasserabflußleitung 467 cm<sup>3</sup> Wasser abziehen, so daß dann im Abzug 4 noch 533 cm<sup>3</sup> Trübe abgezogen werden. Demnach enthält die Trübe also 750 g Feststoff pro l. Dies entspricht auf 1 l Trübe im Abzug 4 bezogen: 300 cm<sup>3</sup> Feststoff und 700 cm<sup>3</sup> Wasser.

Um diese Werte mit der lediglich durch die Wirkung der Absetzspitze erzielten Eindickung zu vergleichen, vergleicht man die jeweiligen Wassermengen bei gleichem Feststoffanteil. Bezugnehmend auf die obigen Zahlenangaben heißt dies: Bei 160 cm<sup>3</sup> Feststoff beträgt nach der erfindungsgemäßen Eindickung der Wasseranteil 373 cm<sup>3</sup>. Man erhält also bei gegebenen Feststoffanteil durch die erfindungsgemäße Trübeentwässerung weit weniger als halb so viel Wasser im Vergleich zum Stand der Technik.

FIG. 2